

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-167420

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/65  
G23C 14/06  
G23C 14/34  
G11B 5/851  
H01F 10/16  
H01F 41/18

(21)Application number : 2000-063179

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 08.03.2000

(72)Inventor : OKAWA SHUICHI  
UCHIYAMA KENJI  
WADA YOSHIMITSU

(30)Priority

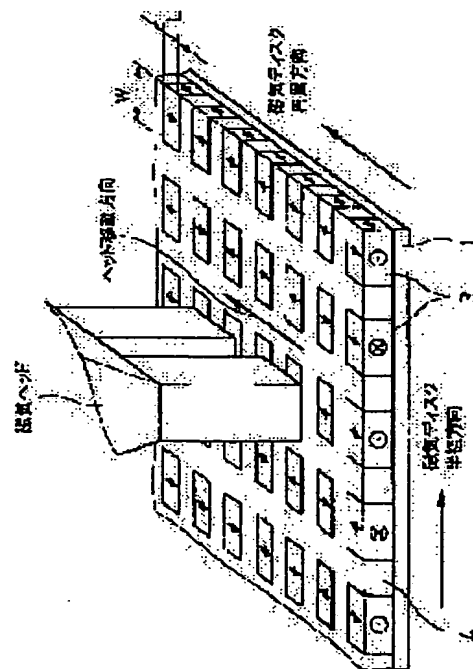
Priority number : 11271929    Priority date : 27.09.1999    Priority country : JP

## (54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To furthermore increase the linear recording density of a patterned medium having recording tracks each consisting of arrayed single magnetic domain minute recording parts.

**SOLUTION:** This magnetic recording medium is constituted of the recording tracks each consisting of plural arrayed single magnetic domain minute recording parts 3 formed on a substrate 1 and nonmagnetic bodies (parts 4 to be unrecorded) formed between the adjacent parts 3. Each of the parts 3 is made from a magnetic alloy containing Sm-Co so that the inequality:  $W/L > 1$  (wherein W is the length of the part 3 in a direction that the recording track orthogonally crosses; L is the length of the part 3 in the extended direction of the recording track) is satisfied and the direction of the easily magnetized axis of the part 3 is almost coincident with the extended direction of the recording track.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**BEST AVAILABLE COPY**

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-167420

(P2001-167420A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 1 1 B 5/65		G 1 1 B 5/65	4 K 0 2 9
C 2 3 C 14/06		C 2 3 C 14/06	T 5 D 0 0 6
	14/34		N 5 D 1 1 2
G 1 1 B 5/851		G 1 1 B 5/851	5 E 0 4 9
H 0 1 F 10/16		H 0 1 F 10/16	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-63179(P2000-63179)

(22) 出願日 平成12年3月8日 (2000.3.8)

(31) 優先権主張番号 特願平11-271929

(32) 優先日 平成11年9月27日 (1999.9.27)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 大川 秀一

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 内山 謙治

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

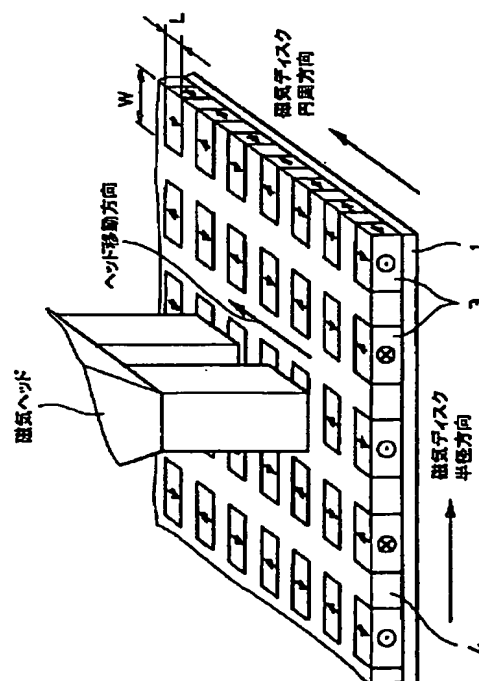
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気記録媒体およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 単磁区微小記録部が配列してなる記録トラックを有するパターンド媒体において、線記録密度をさらに向上させる。

【解決手段】 多数の単磁区微小記録部3が配列してなる記録トラックを基板1上に有し、隣り合う単磁区微小記録部3間が非磁性体(非記録部4)から構成されており、単磁区微小記録部3において、記録トラック延在方向の長さをL、記録トラックと直交する方向の長さをWとしたとき、 $W/L > 1$ であり、単磁区微小記録部3の磁化容易軸の方向が記録トラック延在方向とほぼ一致し、単磁区微小記録部3がSm-Coを含有する磁性合金から構成されている磁気記録媒体。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の単磁区微小記録部が配列してなる記録トラックを基板上に有し、隣り合う単磁区微小記録部間が非磁性体から構成されており、

前記単磁区微小記録部において、記録トラック延在方向の長さを $L$ 、記録トラックと直交する方向の長さを $W$ としたとき、

$W/L > 1$

であり、

単磁区微小記録部の磁化容易軸の方向が記録トラック延在方向とほぼ一致し、

単磁区微小記録部が $S_m$ および $C_o$ を含有する磁性合金から構成されている磁気記録媒体。

【請求項2】  $W/L \geq 1.2$ である請求項1の磁気記録媒体。

【請求項3】 前記単磁区微小記録部の角形比を、記録トラック延在方向において $S_p$ 、記録トラックと直交する方向において $S_c$ とし、配向比を $S_p/S_c$ で表したとき、

$S_p/S_c \geq 1.0$

である請求項1または2の磁気記録媒体。

【請求項4】 前記磁性合金において、モル比 $S_m/(S_m+C_o)$ が $1.0 \sim 2.3\%$ である請求項1～3のいずれかの磁気記録媒体。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかの磁気記録媒体を製造する方法であって、

$S_m$ および $C_o$ を含有する磁性合金を磁界中で前記基板に付着させる工程を有する磁気記録媒体の製造方法。

【請求項6】 前記基板に付着した前記磁性合金の角形比を、前記磁界の印加方向において $S_p$ 、前記印加方向と直交する方向において $S_c$ とし、配向比を $S_p/S_c$ で表したとき、

$S_p/S_c \geq 1.0$

となるように前記磁界の強度を設定する請求項5の磁気記録媒体の製造方法。

【請求項7】 前記磁界の強度を $7 \sim 50 \text{ kA/m}$ とする請求項5または6の磁気記録媒体の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、磁気ディスク等の磁気記録媒体およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 コンピュータ用の磁気ディスク装置では、急速に大容量化が進んでいる。磁気ディスク装置では、磁気ヘッドから発生する信号磁界により、磁気ディスクの記録層中に記録磁区列が形成される。磁気ディスクの面記録密度を向上する上では、記録磁区をいかに微細化できるかが重要である。

【0003】 記録層をその面内方向に磁化して記録磁区を形成する面内磁化方式では、記録磁区列を微細化した

ときにも記録トラック延在方向（磁気ヘッド走行方向）に磁化を安定して存在させるために、記録トラック延在方向において記録層が高保磁力および高角形比を示すことが要求される。

【0004】 面内磁化方式の従来の磁気ディスクでは、記録層の磁化容易軸を面内方向に配向させるために、通常、記録層の下に $Cr$ や $Cr$ 合金からなる下地層を設けている。さらに、記録層が形成される基板の表面に、テクスチャと呼ばれる微細構造を設けることによって、磁化容易軸の面内配向を促進し、かつ、記録トラック延在方向への配向を促進している。

【0005】 従来の磁気ディスクにおいて記録層を構成する磁性材料としては、 $Co-Cr-Ta$ 系や $Co-Cr-Pt$ 系が多用されている。 $Cr$ 、 $Ta$ および $Pt$ といった添加元素を結晶粒界に介在させることで結晶粒間の相互作用を弱めて、記録ビット間の境界において複雑な磁壁構造が発生することを抑制し、記録層の保磁力および角形性を向上させている。

【0006】 しかし、磁気ディスク装置の面記録密度が年率 $100\%$ 程度で上昇している現在、このまま記録密度が向上していくと1つの記録ビットの大きさが著しく微小となるので、隣接する記録ビット間におけるフリンジングが問題となってくる。このフリンジングとは、磁気ヘッドから空間的に発散する磁界によって生じる記録磁区端部の磁氣的にじみを意味する。

【0007】 面記録密度増大に伴うこのような問題を解決する記録方式として、いわゆるパターンド媒体が提案されている。パターンド媒体は、記録層をメッシュ状に区切るにより磁性体をアイランド状に孤立させ、隣り合うアイランド状磁性体間を非磁性材料で埋めた構造をもつ。図3に従来のパターンド媒体の構成例を示す。図3では、基板1上に、非磁性材料からなる非記録部4を挟んで多数の単磁区微小記録部3が配列しており、互いに独立した単磁区微小記録部3のそれぞれを1ビットに対応させることによって、隣接ビット間でのフリンジングを解消している。パターンド媒体は例えば特公平6-28039号公報に記載されている。同公報には、単磁区微粒子（単磁区微小記録部）を構成する磁性材料として、 $Fe$ 、 $Fe$ 合金、 $Co$ 、 $Co$ 合金、 $Ni$ 、 $Ni$ 合金、 $Fe_3Al$ 、ホイスラー合金等の金属磁性材料や、各種フェライト等の酸化物磁性材料が挙げられている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 上記した特公平6-28039号公報に記載されたパターンド媒体では、保磁力を高くするために、単磁区微粒子の長さ $L$ を幅 $W$ の $2 \sim 10$ 倍とすることが好ましい旨が記載されている。単磁区微粒子を細長い形状とすれば、形状磁気異方性により磁化容易軸が単磁区微粒子の長軸方向に誘導される。

【0009】 したがって、図3に示すように、単磁区微

小記録部3の長軸方向を記録トラック延在方向(磁気ヘッド移動方向)と一致させれば、単磁区微小記録部3の長軸方向の残留磁化による信号磁界を、磁気ヘッドにより読みとることができる。

【0010】しかし、線記録密度を向上させるために、短軸に対する長軸の比を保ったまま長軸の長さを縮めていくと、単磁区微小記録部3の面積が小さくなりすぎて十分な信号強度が得られなくなってしまう。また、短軸方向の長さが短くなりすぎるため、単磁区微小記録部3の形成が極めて困難となる。そのため、単磁区微小記録部が記録トラック延在方向に長軸を有する形状であるパターンド媒体では、線記録密度の向上に限界があり、また、その結果、データ転送レートの向上にも限界が生じる。

【0011】本発明はこのような事情からなされたものであり、単磁区微小記録部が配列してなる記録トラックを有するパターンド媒体において、線記録密度をさらに向上させることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、下記

(1)～(7)の本発明により達成される。

(1) 多数の単磁区微小記録部が配列してなる記録トラックを基板上に有し、隣り合う単磁区微小記録部間が非磁性体から構成されており、前記単磁区微小記録部において、記録トラック延在方向の長さを $L$ 、記録トラックと直交する方向の長さを $W$ としたとき、 $W/L > 1$

であり、単磁区微小記録部の磁化容易軸の方向が記録トラック延在方向とほぼ一致し、単磁区微小記録部が $Sm$ および $Co$ を含有する磁性合金から構成されている磁気記録媒体。

(2)  $W/L \geq 1.2$ である上記(1)の磁気記録媒体。

(3) 前記単磁区微小記録部の角形比を、記録トラック延在方向において $S_P$ 、記録トラックと直交する方向において $S_C$ とし、配向比を $S_P/S_C$ で表したとき、 $S_P/S_C \geq 1.0$

である上記(1)または(2)の磁気記録媒体。

(4) 前記磁性合金において、モル比 $Sm/(Sm+Co)$ が $10 \sim 23\%$ である上記(1)～(3)のいずれかの磁気記録媒体。

(5) 上記(1)～(4)のいずれかの磁気記録媒体を製造する方法であって、 $Sm$ および $Co$ を含有する磁性合金を磁界中で前記基板に付着させる工程を有する磁気記録媒体の製造方法。

(6) 前記基板に付着した前記磁性合金の角形比を、前記磁界の印加方向において $S_P$ 、前記印加方向と直交する方向において $S_C$ とし、配向比を $S_P/S_C$ で表したとき、 $S_P/S_C \geq 1.0$

となるように前記磁界の強度を設定する上記(5)の磁気記録媒体の製造方法。

(7) 前記磁界の強度を $7 \sim 50 \text{ kA/m}$ とする上記

(5)または(6)の磁気記録媒体の製造方法。

【0013】

【作用および効果】本発明の磁気記録媒体では、図1に示すように、単磁区微小記録部3の短軸方向が記録トラック延在方向と一致する。図示する単磁区微小記録部3のように形状異方性を有する磁性体では、形状磁気異方性により長軸方向に磁化容易軸が向くので、実質的に、残留磁化が記録トラックに対し直交する方向にだけ発生し、通常の磁気ヘッドによる記録再生ができなくなる。したがって、通常の磁気ヘッドによる記録再生を行うためには、単磁区微小記録部3の短軸方向に磁化容易軸を配向させる必要がある。前述したように、パターンド媒体ではない従来の磁気ディスクでは、基板表面にテクスチャと呼ばれる微細構造を設けることにより、記録トラック延在方向への配向を促進している。しかし、単磁区微小記録部3は極めて微細であるため、テクスチャを設けることによる磁気異方性付与は不可能である。

【0014】そこで本発明の好ましい態様では、磁性材料として $Sm-Co$ 合金を選択し、 $Sm-Co$ 合金を磁界中で基板に付着させることにより、好ましくは上記配向比 $S_P/S_C$ が所定値以上となるように磁気異方性を誘導する。そのため、単磁区微小記録部の短軸方向が磁界印加方向となるようにしたとき、その短軸方向に磁化容易軸を容易に配向させることができる。したがって本発明では、従来のパターンド媒体に比べ線記録密度を著しく向上させることが可能となる。なお、配向比 $S_P/S_C$ を上記範囲内とするために利用する手段は、 $Sm-Co$ 合金を磁界中で基板に付着させる方法に限定されず、例えば成長異方性を利用することもできる。成長異方性を利用するには、例えば、基板表面に対するスパッタ粒子の入射角を制御すればよい。ただし本発明では、磁界中スパッタ法を利用することが最も好ましい。磁界中スパッタ法を利用し、かつ、 $Sm-Co$ 合金の組成を上記範囲内とすれば、上記範囲の配向比が容易に得られる。

【0015】なお、 $Sm-Co$ 合金薄膜を磁界中で形成することは知られている。例えば、日本応用磁気学会誌、vol. 7, No. 2, 47, (1983) (以下、文献1)には、アモルファス $Sm-Co$ スパッタ薄膜の作製方法が記載されている。しかし、文献1には、パターンド媒体に関する記載はない。また、文献1記載の方法は、膜形成時に膜面に垂直な磁界を印加することにより垂直磁化成分を得ることを試みたものであり、面内磁化膜を得ようとするものではない。また、3rd Joint INTERMAG-MMM Conf., AF-05(1982) (以下、文献2)には、膜面内に磁界を印加して真空蒸着法で $Sm-Co$ 薄膜を作製することが記載されている。文献2記載の $Sm-Co$ 薄膜の組成は $Sm_{100-x}Co_x$  ( $75 < x < 90$ ) であり、本発明で用いる

5

Sm-C o合金の組成と重なる。しかし、文献2には、パターンド媒体に関する記載はない。したがって、当然、パターンド媒体において単磁区微小記録部の短軸方向に磁化容易軸を誘導可能な条件についての記載はない。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】本発明の磁気記録媒体を磁気ディスクに適用したときの構成例を、図1に斜視図として示す。

【0017】図1に示す磁気ディスクは、ディスク状の基板1上に、その周方向（記録トラック延在方向）および半径方向のそれぞれに間隔をおいて配置された多数の単磁区微小記録部3を有する。この磁気ディスクでは、ディスク周方向に配列した単磁区微小記録部3が記録トラックを構成する。なお、記録トラックは、同心円状に設けてもよく、スパイラル状に設けてもよい。

【0018】隣り合う単磁区微小記録部間は、非磁性体からなる非記録部4で構成されている。各単磁区微小記録部3は、それぞれほぼ完全に磁氣的に孤立した状態となるので、各単磁区微小記録部においてフリンジングの発生を抑えることができる。

【0019】本発明では、単磁区微小記録部3において、記録トラック延在方向の長さをL、記録トラックと直交する方向の長さをWとしたとき、 $W/L > 1$

である。 $W/L$ が大きいほど、十分な信号出力を保ったまま線記録密度を高くすることができるため、好ましくは $W/L \geq 1.2$ 、より好ましくは $W/L \geq 1.5$

とする。ただし、 $W/L$ が大きすぎると、形状異方性による静磁気エネルギーに逆らって短軸方向に磁化容易軸を配向させることが困難となるので、好ましくは $W/L \leq 5$ 、より好ましくは $W/L \leq 4$ とする。

【0020】単磁区微小記録部3において磁化容易軸の方向は、単磁区微小記録部の短軸方向、すなわち記録トラック延在方向とほぼ一致する。単磁区微小記録部の短軸方向に磁化容易軸を配向させるために、本発明では単磁区微小記録部をSm-C o合金で構成すると共に、このSm-C o合金を磁界中において基板に付着させる。

【0021】Sm-C o合金の基板への付着には、スパッタ法を利用することが好ましい。前記文献2では、膜面内に磁界を印加して真空蒸着法でSm-C o薄膜を形成しているが、スパッタ法は真空蒸着法に比べ以下に挙げる利点がある。第1に、スパッタ粒子のもつエネルギーは、蒸着粒子のそれに比べはるかに高いため、磁界の影響を受けやすい。そのため、磁気異方性の誘導が容易である。第2に、真空蒸着法では膜構成元素の蒸気圧の違いによって組成ずれが生じやすいが、スパッタ法では

6

このような組成ずれが生じない。後述するようにSm-C o合金の誘導磁気異方性は合金中のSm含有率に大きく影響されるため、組成を正確に制御することは重要である。第3に、膜厚の制御が容易である。短軸方向に磁気異方性を誘導するためには、短軸方向長さよりも厚さを小さくすることが好ましいため、単磁区微小記録部の厚さ制御は重要である。

【0022】スパッタ法における各種条件は特に限定されないが、磁界印加により磁気異方性を誘導させるためには、以下のような設定でスパッタを行うことが好ましい。基板温度は、0～50℃とすることが好ましい。基板温度が低すぎると、スパッタ粒子のもつエネルギーが基板上で凍結されるため、印加磁界の方向に沿った粒子配置が困難となる。その結果、磁界印加による磁気異方性の誘導が困難となる。一方、基板温度が高すぎると、膜の結晶性が高くなりすぎるため、磁界印加による磁気異方性の誘導が困難となる。成膜圧力は、0.1～2Paとすることが好ましい。成膜パワーは100～400Wとすることが好ましい。本発明では、直流スパッタを用いてもRFスパッタを用いてもよい。

【0023】Sm-C o合金を付着させる際の基板表面付近における磁界強度は、以下に説明する方法により決定することが好ましい。まず、媒体を製造する場合と同じ条件で基板上にSm-C o合金層を形成する。このとき用いる基板は、媒体に用いる基板と同材質であることが好ましい。また、実際の媒体において基板上に下地層を設ける場合には、同じ下地層を設けた基板を用いることが好ましい。次に、基板上に形成したSm-C o合金層の角形比を、磁界印加方向と、層面内において磁界印加方向に直交する方向とのそれぞれにおいて測定する。そして、磁界印加方向における角形比を $S_p$ 、磁界印加方向に直交する方向における角形比を $S_c$ としたとき、配向比 $S_p/S_c$ が好ましくは $S_p/S_c \geq 1.0$ 、より好ましくは $S_p/S_c \geq 2.0$ 、さらに好ましくは $S_p/S_c \geq 2.5$

となるように、基板表面付近における磁界の強度を設定する。 $S_p/S_c$ を十分に大きくできない強度の磁界を印加した場合には、単磁区微小記録部の短軸方向（印加磁界の方向）に磁気異方性を誘導することが困難となる。なお、Sm-C o合金層中におけるモル比 $Sm/(Sm+Co)$ が、後述する好ましい範囲内にあるとき、印加磁界強度の具体的範囲は、好ましくは7kA/m以上、より好ましくは15kA/m以上である。ただし、この磁界強度を著しく高くしても、配向比が著しく向上するわけではない。また、この磁界強度が高すぎると、スパッタターゲット近傍に存在するプラズマの形状がこの磁界によって乱されてプラズマ密度が大きく変化してしまう。また、Smと異なり、磁性体であるCoは磁界によって影響を受ける。これらの結果、磁界強度を高くしすぎた場

合には、形成される膜の組成比に狂いが生じ、具体的には膜のSm含有量がターゲットのSm含有量より少なくなるので、高配向比を安定して得ることが難しくなる。そのため、磁界強度は、好ましくは50kA/m以下、より好ましくは40kA/m以下とする。

【0024】本発明において $S_p/S_c$ の上限は特にないが、通常、 $S_p/S_c$ が50を超える範囲では磁気異方性エネルギーがほぼ飽和しているため、一般に $S_p/S_c$ が50を超える必要はない。また、磁界発生手段の大型化を抑えるためにもこれを超える値とする必要はない。なお、上記した $S_p/S_c$ の限定は、形状異方性による静磁気エネルギーに逆らって短軸方向に磁化容易軸を配向させるためのものであり、必要とされる $S_p/S_c$ は単磁区微小記録部のアスペクト比（長軸長/短軸長）に依存する。上記した $S_p/S_c$ の好ましい範囲は、前記した好ましいアスペクト比の範囲に対応するものである。

【0025】Sm-Co合金層において、配向比 $S_p/S_c$ を上記範囲内とするためには、層中のモル比Sm/(Sm+Co)を好ましくは10~23%、より好ましくは14~21%、さらに好ましくは14~19%とする。このモル比が低すぎても高すぎても、配向比 $S_p/S_c$ を高くすることが困難となる。

【0026】単磁区微小記録部3の寸法は特に限定されないが、好ましくは、短軸方向長さLを0.01~0.1 $\mu$ mとし、厚さを5~50nmとする。また、短軸方向に磁気異方性を誘導するためには、短軸方向長さよりも厚さを小さくすることが好ましい。隣り合う単磁区微小記録部の間隔は、好ましくは20nm以上、より好ましくは30nm以上とする。隣り合う単磁区微小記録部同士が接近しすぎていると、以下のような問題が生じる。第1に、両者間でフリンジングが生じてしまう。第2に、単磁区微小記録部に記録するため磁気ヘッドから磁界を印加すると、それに隣接する単磁区微小記録部の磁化反転が生じやすくなる。第3に、隣接する単磁区微小記録部からの静磁界の影響が大きくなるので、磁化反転が生じやすくなる。

【0027】なお、単磁区微小記録部3の平面形状は、短軸および長軸を有する形状であれば特に限定されないが、通常、図示するような長方形とすることが好ましく、長円形としてもよい。

【0028】非記録部4を構成する非磁性材料としては、例えばSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>等の酸化物、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、AlN、TiN等の窒化物、TiC等の炭化物、BN等の硼化物、炭素、有機材料が挙げられる。有機材料としては、CH系、CF系等の高分子化合物が挙げられる。

【0029】非記録部4は、基板1表面のうち単磁区微小記録部3以外を覆う。図示例では、非記録部4と単磁区微小記録部3とは同じ厚さであり、両者の表面は同一平面内に存在しているが、必要に応じ、単磁区微小記録

部3を非記録部4に対し突出させてもよく、非記録部4を単磁区微小記録部3に対し突出させてもよい。

【0030】基板構成材料は特に限定されず、従来の磁気ディスクと同様であってよい。例えば本発明をハードディスクに適用する場合には、基板構成材料をアルミ合金やガラスなどから選択すればよく、また、シリコンや樹脂を用いてもよい。基板の厚さは特に限定されず、例えば100~1000 $\mu$ m程度とすればよい。

【0031】基板と単磁区微小記録部との間には、必要に応じて下地層を設けてもよい。下地層としては、例えば配向制御層が挙げられる。Sm-Co磁性合金の配向を制御するためには、配向制御層を例えばCr、Cr合金(Cr-Ti、Cr-V等)から構成すればよい。また、媒体の単磁区微小記録部形成面側の最上面に、必要に応じて保護層および/または潤滑剤層を設けてもよい。

【0032】本発明の磁気記録媒体を製造する方法の好ましい例を、図2に工程(A)~工程(H)として示す。

【0033】工程(A)では、まず、ガラスからなる基板1上に、下地層2、磁性層3A、中間層101、非磁性層102および電子線レジスト層103をこの順で形成する。下地層2は、前記した配向制御層であり、必要に応じて設けられる。磁性層3Aは、後に単磁区微小記録部となる層であり、Sm-Co合金から構成される。中間層101は、後の工程で非磁性層102を剥離しやすくするためのものであり、必要に応じて設けられる。中間層101は、例えば炭素から構成される。非磁性層102を構成する非磁性材料は特に限定されず、例えばSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の誘電体材料から構成すればよい。電子線レジスト層103の構成材料は特に限定されず、例えば $\alpha$ -メチルスチレンと $\alpha$ -クロロメチルアクリレートとの共重合体(例えば日本ゼオン社製のZEP)を用いることができる。電子線レジスト層103を除く各層は、スパッタ法により形成することが好ましく、電子線レジスト層103はスピンコートやディッピング等の塗布法により形成することが好ましい。磁性層3Aは、前記したように磁界を印加しながら形成する。なお、下地層2と基板1との間には、必要に応じ、例えばAgからなるバフア層を設けてもよい。このバフア層は、磁性層3Aの配向性を向上させる。すべての層を形成した後、電子線レジスト層103に電子線をパターン照射し、現像することにより、電子線レジスト層103に、単磁区微小記録部の配置パターンと同じパターンをもつ孔部を形成する。電子線のパターン照射には、例えば電子線描画を利用すればよい。

【0034】工程(B)では、工程(A)においてパターンニングした電子線レジスト層103上に、マスク層104を形成する。このとき、前記孔部内にマスク層104が充填される。マスク層104の構成材料は特に限定

されず、工程(D)においてエッチングマスクとして機能するように適宜選択すればよく、例えばCrが利用できる。マスク層104の形成には、スパッタ法、イオンビームスパッタ法、蒸着法等のいずれを用いてもよい。

【0035】工程(C)では、例えば加熱アセトンにより電子線レジスト層103を除去する。その際、マスク層104のうち電子線レジスト層103上に存在する領域も一緒に除去される。その結果、前記孔部内に充填されたマスク層104が非磁性層102上に残存することになる。

【0036】工程(D)では、マスク層104をエッチングマスクとして利用し、RIE(Reactive Ion Etching)により非磁性層102および中間層101をエッチングする。RIEにおける反応性ガスとしては、例えば $\text{CHF}_3 + \text{O}_2$ を用いることができる。

【0037】工程(E)では、中間層101、非磁性層102およびマスク層104をエッチングマスクとして利用し、スパッタエッチングやRIE等により磁性層3Aおよび下地層2をエッチングする。このエッチングにより磁性層3Aがパターンニングされ、単磁区微小記録部3が形成される。

【0038】工程(F)では、非磁性層102およびマスク層104を、例えば加熱アセトンを用いて除去し、さらに、中間層101を例えばRIE等により除去して、単磁区微小記録部3表面を露出させる。なお、このとき、酸素プラズマエッチングを併用してもよい。

【0039】工程(G)では、 $\text{SiO}_2$ や $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等の非磁性材料からなる非磁性層4Aを、単磁区微小記録部3の上および隣り合う単磁区微小記録部3間に堆積させる。非磁性層4Aの形成には、スパッタ法を利用することが好ましい。

【0040】工程(H)では、非磁性層4Aを、その厚さ方向において一部除去し、単磁区微小記録部3の表面を露出させる。これにより、単磁区微小記録部3間に残存する非磁性層が非記録部4となる。厚さ方向における非磁性層4Aの一部除去には、化学的機械的研磨を利用することが好ましい。化学的機械的研磨の条件は特に限定されないが、例えば粒径20~60nmの $\text{SiO}_2$ を用い、pH9~12程度で行えばよい。次いで、前記した保護層や潤滑層を必要に応じて形成し、磁気記録媒体を得る。

【0041】

#### 【実施例】実施例1

以下の手順で、磁性層組成の異なる複数の磁気特性測定用サンプルを作製した。

【0042】まず、ガラスからなる平面寸法26mm×10mm、厚さ0.8~1.0mmの基板を、ガラスディスク上に固定し、基板の両サイドに永久磁石を取り付けることにより、基板表面と平行な外部磁界を発生させる構成とした。基板表面付近における外部磁界強度を表1に示す。次いで、上記ガラスディスクをスパッタ装置の真空槽内のディスクホルダに取り付け、真空槽内を $3 \times 10^{-4}$ Paまで減圧した。次いで、Sm-Co合金からなる厚さ30nmの磁性層を、スパッタ法により基板上に形成して、磁気特性測定用サンプルを得た。スパッタターゲットには、Coターゲット上に複数のSmチップを貼り付けたものを用い、貼り付けるSmチップの数で磁性層の組成を調整した。スパッタ条件は、

流入ガス：Ar、

Arガス流量：10SCCM、

成膜圧力：0.3Pa、

成膜パワー：100W(RF)、

基板回転数：6rpm、

基板温度：室温

とした。各サンプルの磁性層の組成を表1に示す。なお、磁性層の組成はICPにより測定した。

【0043】サンプルをガラスディスクから剥離した後、10mm角の寸法に切り出し、外部磁界印加方向の角形比 $S_F$ と、基板面内で前記印加方向と直交する方向の角形比 $S_C$ とを、VSMにより求めた。各サンプルの $S_F$ 、 $S_C$ 、配向比 $S_F/S_C$ および $S_F$ 測定方向における保磁力を、表1に示す。

【0044】また、比較のために、磁性層形成時に外部磁界を印加しなかったほかは上記サンプルと同様にして比較サンプルを作製し、角形比および保磁力を測定した。このサンプルについて表1に示した $S_F$ および $S_C$ は、それぞれ他のサンプルにおける $S_F$ および $S_C$ の測定方向における角形比であり、保磁力は $S_F$ 測定方向における保磁力である。

【0045】

【表1】



サンプル No.	磁界 強度 (kA/m)	Sm/ (Sm+Co) (モル%)	$S_p$	$S_c$	$S_p/S_c$	保磁力 (kA/m)
1	23.88	12.2	0.992	0.071	14	11.1
2	23.88	17.0	0.990	0.031	32	23.6
3	—	17.0	0.820	0.614	1.3	23.5
4	25.47	6.5	0.981	0.113	9	4.8
5	25.47	24.0	0.991	0.180	7.6	55.7

【0046】表1から、磁性層を構成するSm-Co合金の組成を制御し、かつ外部磁界を印加することにより、配向比 $S_p/S_c$ の制御が可能であることがわかる。なお、磁界印加を行わなかったサンプルNo. 3において $S_p/S_c$ が1になっていないのは、スパッタ時の粒子入射方向に依存して生じる成長異方性によるものと考えられる。

#### 【0047】実施例2

磁性層形成時の成膜パワーを200Wとし、外部磁界強度を表2に示す値とし、磁性層上に厚さ10nmのCr層を酸化防止層として設けたほかは実施例1のサンプルNo. 2と同様にして、サンプルを作製した。Cr層はスパッタ法により形成した。なお、外部磁界強度は、基板の両サイドに配置した永久磁石の間隔を変えることにより制御した。これらのサンプルについて、 $S_p$ 、 $S_c$ および配向比 $S_p/S_c$ を求めた。結果を表2に示す。

#### 【0048】

##### 【表2】

サンプル No.	磁界 強度 (kA/m)	Sm/ (Sm+Co) (モル%)	$S_p$	$S_c$	$S_p/S_c$
6	7.96	17.0	0.992	0.098	10
7	25.47	17.0	0.993	0.025	40

【0049】表2から、磁性層を構成するSm-Co合金の組成を制御し、かつ外部磁界強度を制御することにより、配向比 $S_p/S_c$ を高くできることがわかる。

#### 【0050】実施例3

シリコンウエハ上に、実施例1のサンプルNo. 2と同条件でSm-Co磁性層を形成した。次いで、Gaイオンを用いたフォーカスト・イオンビーム・エッチングによりSm-Co磁性層をパターンニングし、長軸長が0.2  $\mu\text{m}$ 、短軸長が0.1  $\mu\text{m}$ 、長軸長/短軸長が2である長方形の微小記録部を、長軸方向のピッチおよび短軸方向

のピッチがいずれも0.8  $\mu\text{m}$ となるように形成し、パターンド媒体サンプルを得た。なお、磁性層のパターンニングは、短軸方向が磁界印加方向と一致するように行った。

【0051】また、シリコンウエハ上に実施例2のサンプルNo. 7と同条件で磁性層を形成したほかは上記パターンド媒体サンプルと同様にして、パターンド媒体サンプルを得た。

【0052】これらのサンプルの微小記録部を着磁した。着磁は、微小記録部短軸方向の外部磁界により行った。着磁後、磁気力顕微鏡(MFM)により観察したところ、微小記録部から生じる漏れ磁界による磁気的な斥力および引力にそれぞれ対応する明縞および暗縞が、前記短軸方向と平行に延びていることが確認できた。この結果から、この微小記録部はその短軸方向に残留磁化をもつことがわかった。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体を磁気ディスクに適用したときの構成例を示す斜視図である。

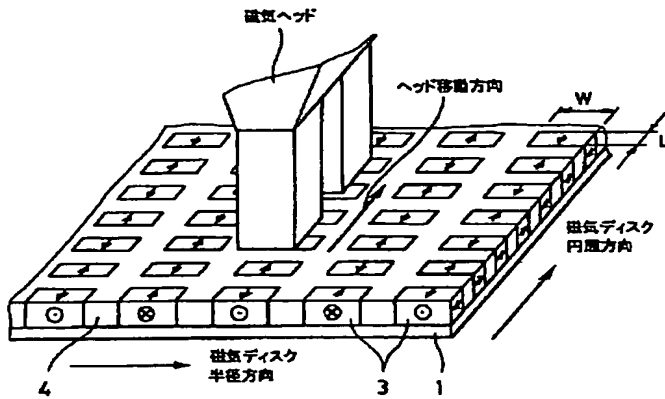
【図2】本発明の磁気記録媒体を製造する方法の一例を説明するための断面図である。

【図3】従来のパターンド媒体(磁気ディスク)の構成例を示す斜視図である。

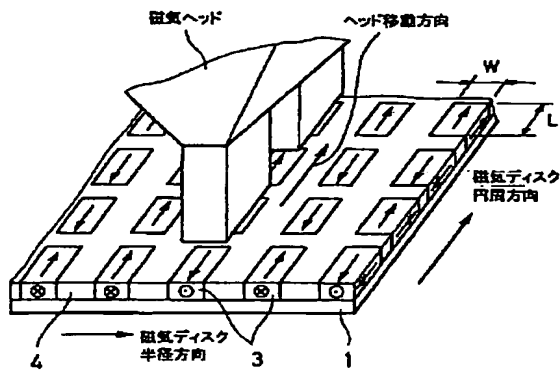
#### 【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下地層
- 3 単磁区微小記録部
- 3A 磁性層
- 4 非記録部
- 4A 非磁性層
- 101 中間層
- 102 非磁性層
- 103 電子線レジスト層
- 104 マスク層

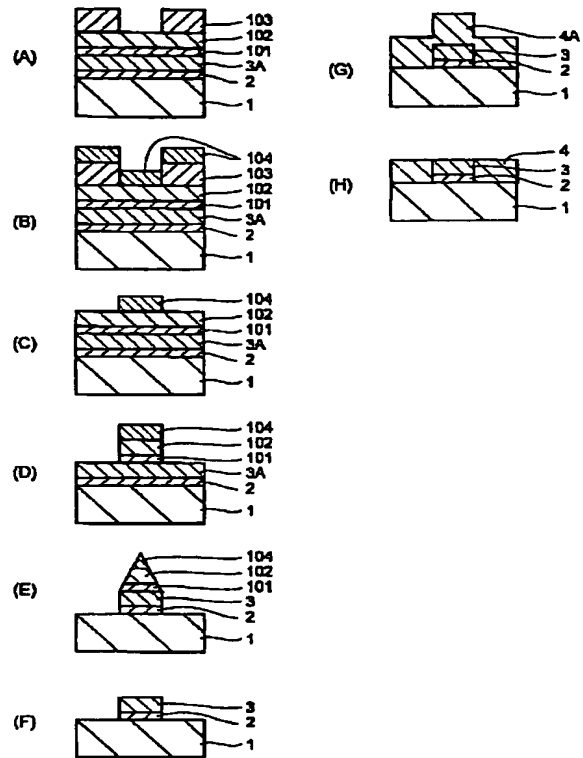
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H 0 1 F 41/18

識別記号

F I  
H 0 1 F 41/18

テ-マコード (参考)

(72) 発明者 和田 善光  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

F タ-ム (参考) 4K029 AA09 BA02 BA06 BA21 BA24  
BC06 BD11 CA05 DC03 DC04  
DC40 EA02  
5D006 BB01 BB07  
5D112 AA05 BB01 DD01 FA04  
5E049 AA04 AA09 BA07 GC04

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-167420

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

G11B 5/65  
C23C 14/06  
C23C 14/34  
G11B 5/851  
H01F 10/16  
H01F 41/18

(21)Application number : 2000-063179

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 08.03.2000

(72)Inventor : OKAWA SHUICHI  
UCHIYAMA KENJI  
WADA YOSHIMITSU

(30)Priority

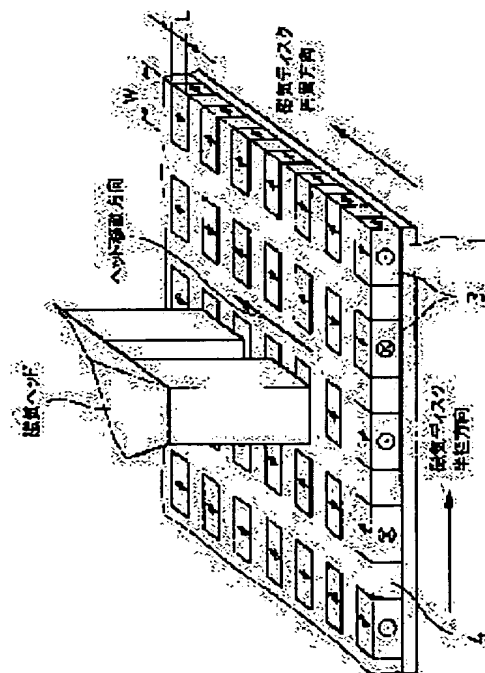
Priority number : 11271929 Priority date : 27.09.1999 Priority country : JP

## (54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To furthermore increase the linear recording density of a patterned medium having recording tracks each consisting of arrayed single magnetic domain minute recording parts.

**SOLUTION:** This magnetic recording medium is constituted of the recording tracks each consisting of plural arrayed single magnetic domain minute recording parts 3 formed on a substrate 1 and nonmagnetic bodies (parts 4 to be unrecorded) formed between the adjacent parts 3. Each of the parts 3 is made from a magnetic alloy containing Sm-Co so that the inequality:  $W/L > 1$  (wherein W is the length of the part 3 in a direction that the recording track orthogonally crosses; L is the length of the part 3 in the extended direction of the recording track) is satisfied and the direction of the easily magnetized axis of the part 3 is almost coincident with the extended direction of the recording track.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Between the single domain minute Records Department which has and adjoins each other on a substrate consists of non-magnetic material, and the recording track which much single domain minute Records Department comes to arrange is set to said single domain minute Records Department. When lay length which intersects perpendicularly recording track extension lay length with L and a recording track is set to W,  $W/L >$  Magnetic-recording medium by which it is 1 and the direction of the easy axis of the single domain minute Records Department consists of magnetic alloys with which the single domain minute Records Department contains Sm and Co almost in accordance with the recording track extension direction.

[Claim 2] The magnetic-recording medium of claim 1 which is  $W/L \geq 1.2$ .

[Claim 3] The magnetic-recording medium of claims 1 or 2 which are  $SP/SC \geq 10$  when the remanence ratio of said single domain minute Records Department is set to SC in the direction which intersects perpendicularly with SP and a recording track in the recording track extension direction and an orientation ratio is expressed with SP/SC.

[Claim 4] One magnetic-recording medium of claims 1-3 whose mole-ratio  $Sm/(Sm+Co)$  is 10 - 23% in said magnetic alloy.

[Claim 5] The manufacture approach of a magnetic-recording medium of having the process which makes the magnetic alloy which is the approach of manufacturing one magnetic-recording medium of claims 1-4, and contains Sm and Co adhering to said substrate in a field.

[Claim 6] The manufacture approach of the magnetic-recording medium of claim 5 which sets up the reinforcement of said field so that it may be set to  $SP/SC \geq 10$  when the remanence ratio of said magnetic alloy adhering to said substrate is set to SC in SP, said impression direction, and the direction that intersects perpendicularly in the impression direction of said field and an orientation ratio is expressed with SP/SC.

[Claim 7] The manufacture approach of the magnetic-recording medium of claims 5 or 6 which make reinforcement of said field 7 - 50 kA/m.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to a magnetic-recording medium and its manufacture approaches, such as a magnetic disk.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the magnetic disk drive for computers, large capacity-ization is progressing quickly. In a magnetic disk drive, a record magnetic-domain train is formed into the recording layer of a magnetic disk of the signal field generated from the magnetic head. When improving the surface recording density of a magnetic disk, it is important what-izing of the record magnetic domain can be carried out [ detailed ].

[0003] By the magnetization method within a field which magnetizes a recording layer to the field inboard, and forms a record magnetic domain, also when a record magnetic-domain train is made detailed, in order to make magnetization stabilize and exist in the recording track extension direction (the magnetic-head transit direction), it is required that a recording layer should show high coercive force and an angle-of-elevation form ratio in the recording track extension direction.

[0004] With the conventional magnetic disk of the magnetization method within a field, in order to carry out orientation of the easy axis of a recording layer to field inboard, the substrate layer which consists of Cr or a Cr alloy is usually prepared in the bottom of a recording layer. Furthermore, also by preparing the fine structure called a texture in the front face of a substrate in which a recording layer is formed, the orientation within a field of an easy axis is promoted, and the orientation to the recording track extension direction is promoted.

[0005] As a magnetic material which constitutes a recording layer in the conventional magnetic disk, the Co-Cr-Ta system and the Co-Cr-Pt system are used abundantly. It controls that weaken the interaction between crystal grain and complicated magnetic domain wall structure occurs on the boundary between record bits by making alloying elements, such as Cr, Ta, and Pt, placed between grain boundaries, and the coercive force and square shape nature of a recording layer are raised.

[0006] However, since the magnitude of one record bit will become it is remarkable and minute if recording density improves as it is now [ when the surface recording density of a magnetic disk drive is rising at an annual rate of about 100% ], fringing between the adjoining record bits poses a problem. This fringing means a magnetic blot of the record magnetic-domain edge produced from the magnetic head by the field emitted spatially.

[0007] The so-called PATANDO medium is proposed as a recording method which solves such a problem accompanying surface recording density buildup. By dividing a recording layer in the shape of a mesh, a PATANDO medium isolates the magnetic substance in the shape of an island, and has the structure which filled between the adjacent island-like magnetic substance by the non-magnetic material. The example of a configuration of the conventional PATANDO medium is shown in drawing 3 . In drawing 3 , fringing between contiguity bits is canceled by much single domain minute Records Department's 3 having arranged across the non-Records Department 4 which consists of a non-magnetic material on a substrate 1, and making each of the single domain minute record Records Department 3 which carried out mutually-independent correspond to 1 bit. The PATANDO medium is indicated by JP,6-28039,B. Metal magnetic materials, such as Fe, Fe alloy, Co, Co alloy, nickel, nickel alloy, Fe3aluminum, and a Heusler alloy, and oxide magnetic materials, such as various ferrites, are mentioned to this official report as a magnetic material which constitutes a single domain particle

(single domain minute Records Department).

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the PATANDO medium indicated by above-mentioned JP,6-28039,B, in order to make coercive force high, the purport with desirable making die-length  $L$  of a single domain particle into two to 10 times of width of face  $W$  is indicated. An easy axis is guided in the direction of a major axis of a single domain particle by a long and slender configuration, then magnetic shape anisotropy in a single domain particle.

[0009] Therefore, if the direction of a major axis of the single domain minute Records Department 3 is made in agreement with the recording track extension direction (the magnetic-head migration direction) as shown in drawing 3, the signal field by the residual magnetization of the direction of a major axis of the single domain minute Records Department 3 can be read by the magnetic head.

[0010] However, if the die length of a major axis is contracted with the ratio of a major axis to a minor axis maintained in order to raise track recording density, the area of the single domain minute Records Department 3 will become small too much, and sufficient signal strength will no longer be obtained. Moreover, since minor-axis lay length becomes short too much, formation of the single domain minute Records Department 3 becomes very difficult. Therefore, by the PATANDO medium which is the configuration to which the single domain minute Records Department has a major axis in the recording track extension direction, a limitation is in improvement in track recording density, and, as a result, a limitation is generated also in improvement in a data transfer rate.

[0011] This invention is made from such a situation and it aims at raising track recording density further in the PATANDO medium which has the recording track which the single domain minute Records Department comes to arrange.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object is attained by this invention of following the (1) - (7).

(1) Between the single domain minute Records Department which has and adjoins each other on a substrate consists of non-magnetic material, and set the recording track which much single domain minute Records Department comes to arrange to said single domain minute Records Department. When lay length which intersects perpendicularly recording track extension lay length with  $L$  and a recording track is set to  $W$ ,  $W/L >$  Magnetic-recording medium by which it is 1 and the direction of the easy axis of the single domain minute Records Department consists of magnetic alloys with which the single domain minute Records Department contains Sm and Co almost in accordance with the recording track extension direction.

(2) The magnetic-recording medium of the above (1) which is  $W/L \geq 1.2$ .

(3) The above (1) or (2) magnetic-recording media which are  $SP/SC \geq 10$  when the remanence ratio of said single domain minute Records Department is set to  $SC$  in the direction which intersects perpendicularly with  $SP$  and a recording track in the recording track extension direction and an orientation ratio is expressed with  $SP/SC$ .

(4) One magnetic-recording medium of above-mentioned (1) - (3) whose mole-ratio  $Sm/(Sm+Co)$  is 10 - 23% in said magnetic alloy.

(5) The above (1) The manufacture approach of a magnetic-recording medium of having the process which makes the magnetic alloy which is the approach of manufacturing one magnetic-recording medium of - (4), and contains Sm and Co adhering to said substrate in a field.

(6) The manufacture approach of the magnetic-recording medium the above (5) which sets up the reinforcement of said field so that it may be set to  $SP/SC \geq 10$  when the remanence ratio of said magnetic alloy adhering to said substrate is set to  $SC$  in  $SP$ , said impression direction, and the direction that intersects perpendicularly in the impression direction of said field and an orientation ratio is expressed with  $SP/SC$ .

(7) The above (5) which carries out reinforcement of said field in 7-50kA/m, or the manufacture approach of the magnetic-recording medium of (6).

[0013]

[Function and Effect] By the magnetic-recording medium of this invention, as shown in drawing 1, the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department 3 is in agreement with the recording track extension direction. In the magnetic substance which has shape anisotropy like the single domain minute

Records Department 3 which illustrates, since an easy axis is suitable in the direction of a major axis with magnetic shape anisotropy, it generates substantially only in the direction in which residual magnetization intersects perpendicularly to a recording track, and the record playback by the usual magnetic head becomes impossible. Therefore, in order to perform record playback by the usual magnetic head, it is necessary to make the orientation of the easy axis carry out in the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department 3. As mentioned above, with the conventional magnetic disk which is not a PATANDO medium, the orientation to the recording track extension direction is promoted by establishing the fine structure called a texture to a substrate front face. However, since the single domain minute Records Department 3 is very detailed, the magnetic-anisotropy grant by preparing a texture is impossible.

[0014] So, in the desirable mode of this invention, by choosing a Sm-Co alloy as a magnetic material, and making a Sm-Co alloy adhere to a substrate in a field, a magnetic anisotropy is guided so that above-mentioned orientation ratio SP/SC may become beyond a predetermined value preferably. Therefore, when it is made for the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department to turn into the field impression direction, the orientation of the easy axis can be made to carry out in the direction of a minor axis easily. Therefore, in this invention, it becomes possible to raise track recording density remarkably compared with the conventional PATANDO medium. In addition, a means to use in order to consider as above-mentioned [ orientation ratio SP/SC ] within the limits is not limited to the approach of making a Sm-Co alloy adhering to a substrate in a field, for example, can also use a growth anisotropy. What is necessary is just to control the incident angle of the sputtered particles to a substrate front face, in order to use a growth anisotropy. However, it is most desirable to use the spatter in a field in this invention. The spatter in a field is used and the orientation ratio of the above-mentioned within the limits, then the above-mentioned above-mentioned range is easily obtained in the presentation of a Sm-Co alloy.

[0015] In addition, forming a Sm-Co alloy thin film in a field is known. for example, the Magnetics Society of Japan, vol.7, and No. -- 2 and 47 -- \*\*\*\* (following (1983), reference 1) -- the production approach of an amorphous Sm-Co spatter thin film is indicated. However, there is no publication about a PATANDO medium in reference 1. Moreover, by impressing a field vertical to a film surface at the time of film formation, the approach of reference 1 publication tends to try to obtain a vertical magnetization component, and does not tend to obtain the magnetization film within a field. Moreover, impressing a field in a film surface and producing a Sm-Co thin film with a vacuum deposition method is indicated by 3rd Joint INTERMAG-MMM Conf. and AF-05 (1982) (following, reference 2). The presentation of the Sm-Co thin film of reference 2 publication is Sm<sub>100-x</sub>Cox (75< x<90), and laps with the presentation of the Sm-Co alloy used by this invention. However, there is no publication about a PATANDO medium in reference 2. Therefore, naturally in a PATANDO medium, there is no publication about the conditions that an easy axis can be guided in the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department.

[0016]

[Embodiment of the Invention] The example of a configuration when applying the magnetic-recording medium of this invention to a magnetic disk is shown in drawing 1 as a perspective view.

[0017] The magnetic disk shown in drawing 1 has much single domain minute Records Department 3 which set spacing and has been stationed on the disk-like substrate 1 at each the hoop direction (the recording track extension direction) and radial. The single domain minute Records Department 3 which arranged to the disk hoop direction constitutes a recording track from this magnetic disk. In addition, a recording track may be established in concentric circular and may be formed in the shape of a spiral.

[0018] Between the adjacent single domain minute Records Department, it consists of the non-Records Department 4 which consists of non-magnetic material. Since each single domain minute Records Department 3 will be in the condition of having been isolated magnetically nearly respectively thoroughly, it can suppress generating of fringing at each single domain minute Records Department.

[0019] It is  $W/L > 1$  when lay length which intersects perpendicularly recording track extension lay length with L and a recording track is set to W at the single domain minute Records Department 3 in this invention. since track recording density can be made high, with sufficient signal output maintained so that W/L is large -- desirable --  $W/L \geq 1.2$  -- it is more preferably referred to as  $W/L \geq 1.5$ . however -- if W/L is too large, since it will become difficult for reverse to make the static magnetism energy by shape anisotropy carry out orientation of the easy axis in the direction of a minor axis -- desirable --  $W/L \leq 5$  -- it is more preferably referred to as

$W/L \leq 4$ .

[0020] At the single domain minute Records Department 3, the direction of an easy axis is mostly in agreement with the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department, i.e., the recording track extension direction. In order to make the orientation of the easy axis carry out in the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department, while a Sm-Co alloy constitutes the single domain minute Records Department from this invention, this Sm-Co alloy is made to adhere to a substrate into a field.

[0021] It is desirable to use a spatter for adhesion in the substrate of a Sm-Co alloy. Although a field is impressed and the Sm-Co thin film is formed with the vacuum deposition method in a film surface by said reference 2, a spatter has the advantage listed to below compared with a vacuum deposition method. Since it is far high compared with it of a vacuum evaporatio no particle, the energy which sputtered particles have [ 1st ] tends to be influenced of a field. Therefore, induction of a magnetic anisotropy is easy. Although it is easy 2nd to produce a presentation gap by the difference in the vapor pressure of a film configuration element in a vacuum deposition method, such a presentation gap does not arise in a spatter. Since the induced magnetic anisotropy of a Sm-Co alloy is greatly influenced by Sm content in an alloy, it is important for it to control a presentation to accuracy, so that it may mention later. Control of thickness is [ 3rd ] easy. Since it is desirable to make thickness smaller than the direction die length of a minor axis in order to guide a magnetic anisotropy in the direction of a minor axis, thickness control of the single domain minute Records Department is important.

[0022] Although especially the various conditions in a spatter are not limited, in order to make a magnetic anisotropy guide by field impression, it is desirable to perform a spatter by the following setting out. As for substrate temperature, it is desirable to consider as 0-50 degrees C. If substrate temperature is too low, since the energy which sputtered particles have will be frozen on a substrate, the particle arrangement which met in the direction of an impression field becomes difficult. Consequently, induction of the magnetic anisotropy by field impression becomes difficult. On the other hand, if substrate temperature is too high, since membranous crystallinity will become high too much, induction of the magnetic anisotropy by field impression becomes difficult. As for a membrane formation pressure, it is desirable to be referred to as 0.1-2Pa. As for membrane formation power, it is desirable to be referred to as 100-400W. RF spatter may be used in this invention, using a direct-current spatter.

[0023] As for the magnetic field strength in near the substrate front face at the time of making a Sm-Co alloy adhere, determining by the approach explained below is desirable. First, a Sm-Co alloy layer is formed on a substrate on the same conditions as the case where a medium is manufactured. As for the substrate used at this time, it is desirable that they are the substrate used for a medium and this construction material. Moreover, when preparing a substrate layer on a substrate in a actual medium, it is desirable to use the substrate which prepared the same substrate layer. Next, the remanence ratio of the Sm-Co alloy layer formed on the substrate is measured in each of the field impression direction and the direction which intersects perpendicularly in the field impression direction in a stratification plane. and the time of setting to SC the remanence ratio in the direction which intersects perpendicularly the remanence ratio in the field impression direction in SP and the field impression direction -- orientation ratio SP/SC -- desirable --  $SP/SC \geq 10$  --  $SP/SC \geq 20$  and the reinforcement of a field [ in / so that it may be set to  $SP/SC \geq 25$  still more preferably / near a substrate front face ] are set up more preferably. When the field of the reinforcement which cannot enlarge SP/SC enough is impressed, it becomes difficult to guide a magnetic anisotropy in the direction of a minor axis of the single domain minute Records Department (the direction of an impression field). In addition, when there is mole-ratio Sm/(Sm+Co) in a Sm-Co alloy layer within desirable limits mentioned later, the concrete range of 7 or more kA/m of impression magnetic field strength is 15 or more kA/m more preferably. However, even if it makes this magnetic field strength remarkably high, an orientation ratio does not necessarily improve remarkably. Moreover, if this magnetic field strength is too high, the configuration of the plasma which exists near the spatter target will be disturbed by this field, and a plasma consistency will change a lot. Moreover, unlike Sm, Co which is the magnetic substance is influenced by the field. Since deviation arises in the presentation ratio of the film formed and membranous Sm content specifically becomes less than Sm content of a target when magnetic field strength is made high too much these results, it becomes difficult for it to be stabilized and to obtain a high orientation ratio. Therefore, 50 or less kA/m of magnetic field strength is more preferably made into 40 or less kA/m.

[0024] Although there is especially no upper limit of SP/SC in this invention, since anisotropy energy is mostly



saturated in the range in which SP/SC exceeds 50, generally SP/SC does not usually need to exceed 50 in it. Moreover, also in order to suppress enlargement of a field generating means, it is not necessary to consider as the value exceeding this. In addition, it is for reverse to make the orientation of the easy axis carry out in the direction of a minor axis to the static magnetism energy according [ definition of above-mentioned SP/SC ] to shape anisotropy, and SP/SC needed is dependent on the aspect ratio (major-axis length / minor-axis length) of the single domain minute Records Department. The above-mentioned desirable range of SP/SC is equivalent to the range of the above mentioned desirable aspect ratio.

[0025] In a Sm-Co alloy layer, in order to make orientation ratio SP/SC into above-mentioned within the limits, mole-ratio Sm/(Sm+Co) in a layer is more preferably made into 14 - 19% still more preferably 14 to 21% 10 to 23%. Even if this mole ratio is too low and it is too high, it becomes difficult to make orientation ratio SP/SC high.

[0026] Although especially the dimension of the single domain minute Records Department 3 is not limited, preferably, it sets direction die-length of minor axis L to 0.01-0.1 micrometers, and sets thickness to 5-50nm. Moreover, in order to guide a magnetic anisotropy in the direction of a minor axis, it is more desirable than the direction die length of a minor axis to make thickness small. 20nm or more of spacing of the adjacent single domain minute Records Department is more preferably set to 30nm or more. If the adjacent single domain minute Records Department approaches too much, the following problems will arise. In the 1st, fringing will arise among both. If a field is impressed to the 2nd from the magnetic head in order to record on the single domain minute Records Department, it will become easy to produce the flux reversal of the single domain minute Records Department which adjoins it. Since the effect of the static magnetic field from the single domain minute Records Department which adjoins the 3rd becomes large, it becomes easy to produce flux reversal.

[0027] In addition, although the flat-surface configuration of the single domain minute Records Department 3 will not be limited especially if it is a configuration which has a minor axis and a major axis, usually considering as a rectangle which is illustrated is desirable, and it is good also as an ellipse.

[0028] As a non-magnetic material which constitutes the non-Records Department 4, borides, such as carbide, such as nitrides, such as an oxide of SiO<sub>2</sub>, aluminum 2O<sub>3</sub>, and TiO<sub>2</sub> grade, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, and AlN, TiN, and TiC, and BN, carbon, and an organic material are mentioned, for example. As an organic material, high molecular compounds, such as CH system and CF system, are mentioned.

[0029] The non-Records Department 4 is a wrap among substrate 1 front faces except single domain minute Records Department 3. Although the non-Records Department 4 and the single domain minute Records Department 3 are the same thickness and both front face exists in the same flat surface, the single domain minute Records Department 3 may be made to project to the non-Records Department 4, and the non-Records Department 4 may be made to project to the single domain minute Records Department 3 in the example of a graphic display if needed.

[0030] Especially a substrate component may not be limited but may be the same as that of the conventional magnetic disk. For example, when applying this invention to a hard disk, silicon and resin may be used that what is necessary is just to choose a substrate component from an aluminum containing alloy, glass, etc. What is necessary is not to limit especially the thickness of a substrate, for example, just to set it to about 100-1000 micrometers.

[0031] Between a substrate and the single domain minute Records Department, a substrate layer may be prepared if needed. As a substrate layer, an orientation control layer is mentioned, for example. In order to control the orientation of a Sm-Co magnetism alloy, an orientation control layer should just be constituted from Cr and a Cr alloy (Cr-Ti, Cr-V, etc.). Moreover, a protective layer and/or a lubricant layer may be prepared in the maximum top face by the side of the single domain minute Records Department forming face of a medium if needed.

[0032] The desirable example of the approach of manufacturing the magnetic-recording medium of this invention is shown in drawing 2 as a process (A) - a process (H).

[0033] In a process (A), the substrate layer 2, magnetic layer 3A, the middle class 101, a non-magnetic layer 102, and the electron-beam-resist layer 103 are first formed in this order on the substrate 1 which consists of glass. The substrate layer 2 is the above mentioned orientation control layer, and is prepared if needed. Magnetic layer 3A is a layer which serves as the single domain minute Records Department behind, and

consists of Sm-Co alloys. An interlayer 101 is for making it easy to extend a non-magnetic layer 102 at a next process, and is prepared if needed. An interlayer 101 consists of carbon. What is necessary is not to limit especially the non-magnetic material that constitutes a non-magnetic layer 102, for example, just to consist of dielectric materials of SiO<sub>2</sub> and aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade. Especially the component of the electron-beam-resist layer 103 is not limited, for example, can use the copolymer (for example, ZEP by Nippon Zeon Co., Ltd.) of alpha methyl styrene and alpha-chloro methyl acrylate. As for each class except the electron-beam-resist layer 103, forming by the sputter is desirable, and, as for the electron-beam-resist layer 103, it is desirable to form by the applying methods, such as a spin coat and dipping. Magnetic layer 3A is formed impressing a field, as described above. In addition, between the substrate layer 2 and a substrate 1, the buffer layer which consists of Ag may be prepared if needed. This buffer layer raises the stacking tendency of magnetic layer 3A. After forming all layers, the pore which has the same pattern as the arrangement pattern of the single domain minute Records Department in the electron-beam-resist layer 103 is formed by carrying out a pattern exposure and developing an electron ray in the electron-beam-resist layer 103. What is necessary is just to use electron beam lithography for the pattern exposure of an electron ray.

[0034] At a process (B), the mask layer 104 is formed on the electron-beam-resist layer 103 which carried out patterning in the process (A). At this time, it fills up with the mask layer 104 in said pore. Cr can be used that what is necessary is not to limit especially the component of the mask layer 104, but just to choose it suitably so that it may function as an etching mask in a process (D). Any, such as a sputter, the ion beam sputter method, and vacuum deposition, may be used for formation of the mask layer 104.

[0035] At a process (C), a heating acetone removes the electron-beam-resist layer 103, for example. The field which exists on the electron-beam-resist layer 103 among the mask layers 104 is also removed together in that case. Consequently, the mask layer 104 with which it filled up in said pore will remain on a non-magnetic layer 102.

[0036] At a process (D), the mask layer 104 is used as an etching mask, and a non-magnetic layer 102 and the middle class 101 are etched by RIE (Reactive Ion Etching). As reactant gas in RIE, CHF<sub>3</sub>+O<sub>2</sub> can be used, for example.

[0037] At a process (E), the middle class 101, a non-magnetic layer 102, and the mask layer 104 are used as an etching mask, and magnetic layer 3A and the substrate layer 2 are etched by sputter etching, RIE, etc. Patterning of the magnetic layer 3A is carried out by this etching, and the single domain minute Records Department 3 is formed.

[0038] At a process (F), a non-magnetic layer 102 and the mask layer 104 are removed for example, using a heating acetone, further, RIE etc. removes an interlayer 101 and single domain minute Records Department 3 front face is exposed. In addition, oxygen plasma etching may be used together at this time.

[0039] Non-magnetic layer 4A which consists of a non-magnetic material of SiO<sub>2</sub> or aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade is made to deposit at a process (G) among the adjacent single domain minute Records Department 3 on the single domain minute Records Department 3. It is desirable to use a sputter for formation of non-magnetic layer 4A.

[0040] At a process (H), non-magnetic layer 4A is removed in part in the thickness direction, and the front face of the single domain minute Records Department 3 is exposed. Thereby, the non-magnetic layer which remains among the single domain minute Records Department 3 serves as the non-Records Department 4. The thing of non-magnetic layer 4A in the thickness direction for which chemical mechanical polish is used for clearance in part is desirable. What is necessary is just to perform them by about nine to 12 pH, for example using SiO<sub>2</sub> with a particle size of 20-60nm, although especially the conditions of chemical mechanical polish are not limited. Subsequently, the above mentioned protective layer and the above mentioned lubricating layer are formed if needed, and magnetic \*\*\*\*\* is obtained.

[0041]

[Example] Two or more samples for magnetic-properties measurement from which a magnetic layer presentation differs in an one or less-example procedure were produced.

[0042] First, it considered as the configuration which generates an external magnetic field parallel to a substrate front face by fixing flat-surface dimension 26mmx10mm and the substrate with a thickness of 0.8-1.0mm which consist of glass on a glass disk, and attaching a permanent magnet in both the sides of a substrate. The external magnetic field reinforcement in near a substrate front face is shown in a table 1. Subsequently, the inside of installation and a vacuum tub was decompressed for the above-mentioned glass disk up to 3x10 to 4 Pa to the

disk holder in the vacuum of a sputtering system. Subsequently, the magnetic layer with a thickness of 30nm it is thin from a Sm-Co alloy was formed on the substrate by the spatter, and the sample for magnetic-properties measurement was obtained. The number of Sm chips stuck using what stuck two or more Sm chips on Co target adjusted the presentation of a magnetic layer at the spatter target. Spatter conditions were made into number of inflow gas:Ar, Ar quantity-of-gas-flow:10SCCM, membrane formation pressure:0.3Pa, and membrane formation power:100W(RF) substrate revolutions:6rpm, and a substrate temperature:room temperature. The presentation of the magnetic layer of each sample is shown in a table 1. In addition, the presentation of a magnetic layer was measured by ICP.

[0043] The sample was started in the dimension of 10mm angle, after exfoliating from a glass disk, and it asked for the remanence ratio SC of said impression direction and the direction which intersects perpendicularly by VSM in the remanence ratio SP of the external magnetic field impression direction, and the substrate side. The coercive force in SP, SC, orientation ratio SP/SC, and the SP measurement direction of each sample is shown in a table 1.

[0044] Moreover, for the comparison, an external magnetic field was not impressed at the time of magnetic layer formation, and also the comparison sample was produced like the above-mentioned sample, and a remanence ratio and coercive force were measured. SP and SC which were shown in a table 1 about this sample are a remanence ratio in the measurement direction of SP and SC in other samples, respectively, and coercive force is the coercive force in the SP measurement direction.

[0045]

[A table 1]

サンプル No.	磁界 強度 (kA/m)	Sm/ (Sm+Co) (モル%)	$S_r$	$S_c$	$S_r/S_c$	保磁力 (kA/m)
1	23.88	12.2	0.992	0.071	14	11.1
2	23.88	17.0	0.990	0.031	32	23.6
3	—	17.0	0.820	0.614	1.3	23.5
4	25.47	6.5	0.981	0.113	9	4.8
5	25.47	24.0	0.991	0.130	7.6	55.7

[0046] By controlling the presentation of the Sm-Co alloy which constitutes a magnetic layer, and impressing an external magnetic field from a table 1, shows that control of orientation ratio SP/SC is possible. In addition, it is thought that it is based on the growth anisotropy produced depending on the direction of particle incidence at the time of a spatter that SP/SC is not 1 in sample No.3 which did not perform field impression.

[0047] Membrane formation power at the time of example 2 magnetic-layer formation was set to 200W, and it considered as the value which shows external magnetic field reinforcement in a table 2, and Cr layer with a thickness of 10nm was prepared as an antioxidizing layer on the magnetic layer, and also the sample was produced like sample No.2 of an example 1. Cr layer was formed by the spatter. In addition, external magnetic field reinforcement was controlled by changing spacing of the permanent magnet arranged on both the sides of a substrate. About these samples, SP, SC, and orientation ratio SP/SC were calculated. A result is shown in a table 2.

[0048]

[A table 2]

サンプル No.	磁界 強度 (kA/m)	Sm/ (Sm+Co) (モル%)	$S_r$	$S_c$	$S_r/S_c$
6	7.96	17.0	0.992	0.098	10
7	25.47	17.0	0.993	0.025	40

[0049] By controlling the presentation of the Sm-Co alloy which constitutes a magnetic layer, and controlling external magnetic field reinforcement from a table 2, shows that orientation ratio SP/SC can be made high.

[0050] On the example 3 silicon wafer, the Sm-Co magnetic layer was formed on sample No.2 and these conditions of an example 1. Subsequently, patterning of the Sm-Co magnetic layer was carried out by the FOKASUTO ion beam etching using Ga ion, the rectangular minute Records Department 0.1 micrometers, and whose major-axis length / minor-axis length 0.2 micrometers and minor-axis length are 2 for major-axis length was formed so that each of pitches of the direction of a major axis and pitches of the direction of a minor axis might be set to 0.8 micrometers, and the PATANDO medium sample was obtained. In addition, patterning of a magnetic layer was performed so that the direction of a minor axis might be in agreement with the field impression direction.

[0051] Moreover, the magnetic layer was formed on sample No.7 and these conditions of an example 2 on the silicon wafer, and also the PATANDO medium sample was obtained like the above-mentioned PATANDO medium sample.

[0052] The minute Records Department of these samples was magnetized. The external magnetic field of the direction of a minute Records Department minor axis performed magnetization. After magnetization, when observed under the magnetic force microscope (MFM), it has checked that \*\*\*\* and \*\*\*\* corresponding to the magnetic repulsive force and the attraction by the leakage field produced from the minute Records Department were prolonged in said direction of a minor axis and parallel, respectively. This result showed that this minute Records Department had residual magnetization in that direction of a minor axis.

---

[Translation done.]

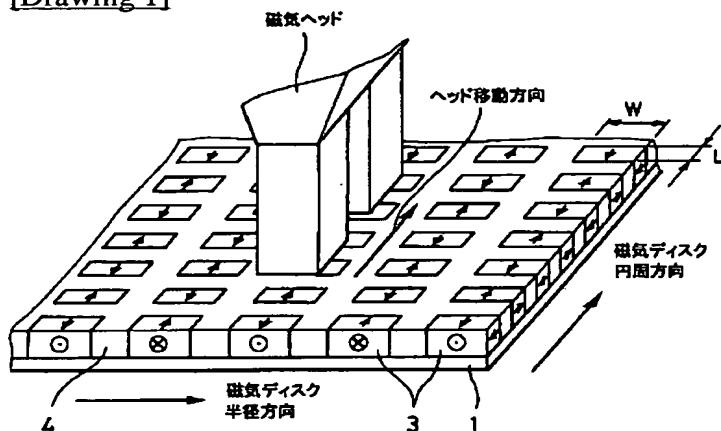
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

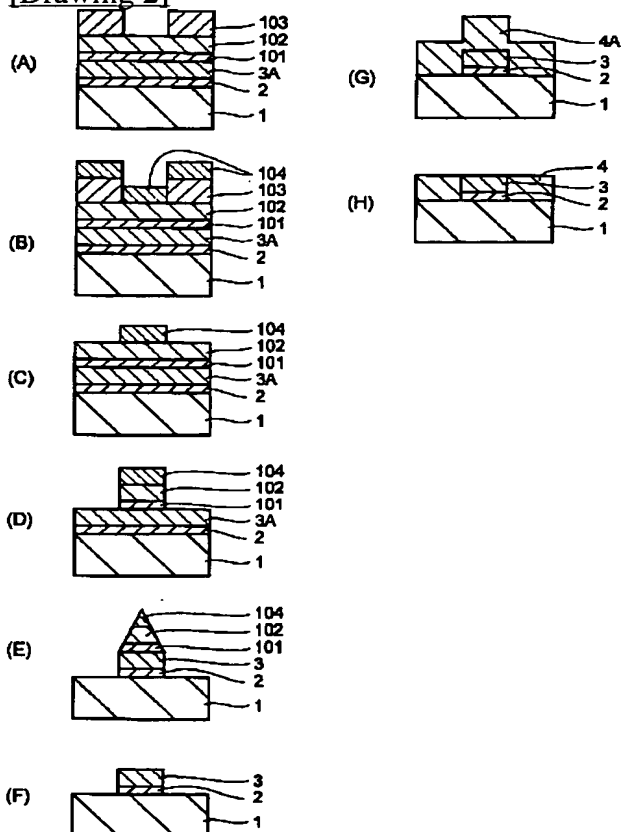
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

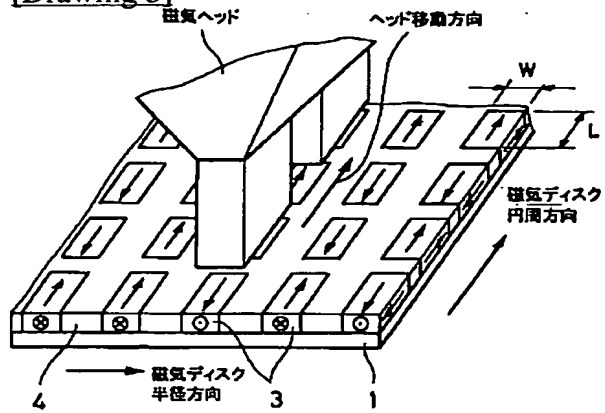
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**